AS
162
M73
1909
no.4

AVRIL 1909. N° 4

BULLETIN MENSUEL

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES

ET LETTRES

de MONTPELLIER

LIBRARY
MAY 24 1935
UNIVERSITY OF TORONTO

MONTPELLIER
IMPRIMERIE COOPÉRATIVE OUVRIÈRE
14, Avenue de Toulouse, 14

1909

Avril 1909 N° 4

BULLETIN MENSUEL

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES

de MONTPELLIER

SOMMAIRE

Section de Médecine. — *Séance du 1er mars 1909 :* Communication de M. Fleig sur le sang dans la variole hémorragique. Texte de cette communication.

Section des Sciences. — *Séance du 8 mars 1909 :* Communication de M. le Dr Planchon sur la vraie et les fausses Roses de Jéricho. Texte de cette communication. — Communication de M. le Dr Amans sur le vol des monettes. — Communication de M. Gaucher sur l'indigestion gastrique du lait.

Sur l'emploi de la balance dans l'étude des zooptères, par M. le Dr Amans.

Section des Lettres. — *Séance du 15 mars 1909 :* Attribution du prix Ricard. — Rapport de M. Emile Bonnet. — Examen des propositions tendant à changer les heures de réunion.

Réunion générale de l'Académie. — Attribution du prix Ricard. — Rapport de M. Emile Bonnet.— Communication de M. Vianey sur les chœurs d'Esther.

Section de Médecine

Séance du 1er mars 1909

Présidence de M. Gilis.

Etaient présents les membres qui ont signé au registre.

Communication de M. Fleig sur *Le sang dans la variole hémorragique et un essai de traitement de cette maladie par un sérum antihémolytique.*

Cette communication sera insérée au *Bulletin de l'Académie.*

La séance est levée à 9 heures.

Le Vice-Secrétaire, C. Fleig.

LE SANG DANS LA VARIOLE HÉMORRAGIQUE

ESSAI DE TRAITEMENT

de la Variole hémorragique par un Sérum antihémolytique

par **C. FLEIG**

Au cours de l'épidémie de Montpellier de 1907 (mars-avril), j'ai eu l'occasion de faire quelques études sur le sang dans la variole hémorragique et de rechercher si l'utilisation dans cette maladie d'un sérum antihémolytique n'aurait pas un effet thérapeutique spécial. Je vais résumer brièvement les résultats obtenus.

I. — Sang

Pour l'étude du sang, j'ai utilisé d'une part des échantillons prélevés aseptiquement dans le cœur et les gros vaisseaux *au cours des autopsies* (faites 8 heures environ après la mort), d'autre part du sang recueilli *sur le vivant* par piqûre du doigt ou par ponction veineuse. Ces deux variétés de sang présentent des différences qui permettent de les étudier chacune à part.

Sang des autopsies (variole hémorragique *primitive*). — Ce sang est noir et poisseux. La centrifugation montre qu'il est *très fortement laqué*. Le laquage augmente d'ailleurs rapidement sur les échantillons abandonnés à eux-mêmes et sur les globules lavés par centrifugations successives et mis en suspension dans du sérum artificiel. De plus on constate, dans le sang total (non centrifugé), la *redissolution progressive du caillot* (1), ainsi que cela a lieu dans divers états toxhémiques ou autres.

---

(1) En conséquence, le terme de sérum employé plus bas pour désigner la partie liquide de ce sang ne correspond pas exactement au sérum sanguin physiologique.

Le laquage du sang n'est pas dû à une diminution de la concentration moléculaire du sérum, celui-ci ayant toujours un *point cryoscopique* peu éloigné de — 0°56 et souvent beaucoup plus élevé. Il s'agit donc d'une substance hémolysante.

La comparaison de la propriété hémolysante du sérum pour les *globules de lapin* avec celle vis-à-vis de ces mêmes globules du sérum d'individus normaux montre que l'activité hémolytique du premier est beaucoup plus forte qu'à l'état normal.

Ce même sérum hémolyse non seulement les globules de lapin, mais aussi les *globules humains d'individus normaux*, les globules humains *d'individus atteints de diverses maladies* (isohémotoxines) et même, fait remarquable, les *propres globules de l'individu fournisseur du sérum* (autohémotoxine) (hémolyse très nette et rapide produite par le sérum lui-même, comparativement à l'hémolyse spontanée qui a lieu lentement par simple immersion des globules en question dans du sérum artificiel).

Il ne faut cependant pas perdre de vue que ces résultats sont obtenus avec le *sérum proprement dit* et que l'action hémolytique du *plasma circulant*, *in vivo* sur le malade, doit être certainement moins intense.

Le mécanisme de l'hémolyse des globules humains par ce sérum relève de la double action de l'*alexine* et d'une *sensibilisatrice :* si on additionne des globules humains de ce *sérum chauffé à 55°*, l'hémolyse n'a pas lieu, mais ces globules ont cependant été ainsi sensibilisés, car mis ensuite au contact de sérum humain frais d'individu normal, ils sont hémolysés, alors que des globules non sensibilisés ne le sont pas.

L'apparition, dans le sérum des individus atteints de variole hémorragique, de substances hémolysantes pour les propres globules du malade (autohémotoxines), s'explique par la production probable dans le sang malade d'altérations globulaires importantes (1) et trop *rapides* pour laisser à l'organisme le temps de provoquer la formation, en quantité suffisante, des antiautohémolysines qui

---

(1) On sait qu'on peut déterminer la formation d'autohémotoxines en inoculant à un animal ses propres globules, mais *altérés*, se comportant en réalité comme de vrais corps étrangers.

prennent naissance à l'état physiologique au cours des destructions globulaires progressives.

L'action de l'autohémotoxine et celle de l'isohémotoxine (ou action hémolysante du sérum étudié sur les globules humains autres que ceux du fournisseur du sérum) peuvent être fortement retardées ou empêchées par l'addition à ce sérum de quantités appropriées de sérum *humain normal* (et non de sérum d'animal) (par action d'antiisohémotoxines normales).

A côté de l'action hémolysante, le sérum du sang des autopsies possède une *action agglutinante* vis-à-vis des globules humains, action intense pour les globules autres que ceux du malade et faible pour ces derniers eux-mêmes. N'oublions pas qu'il s'agit du sérum et non du plasma in vivo.

Avec le *liquide péritonéal* recueilli à l'autopsie (liquide d'aspect séro-sanguinolent, avec nombreux globules et laquage partiel) on observe, bien qu'à un degré moindre, les mêmes propriétés hémolysante et agglutinante qu'avec le sérum sanguin.

La *toxicité du sérum* étudiée par inoculation intraveineuse chez le lapin s'est montrée extrêmement élevée (2 à 5 cc. par kilo). A côté des symptômes d'intoxication ordinaire, on note souvent un écoulement sanguinolent par les narines et des mictions hématuriques.

Le chauffage du sérum à 52°-53°, qui supprime les propriétés coagulantes, ne diminue nullement sa toxicité.

Le chauffage à 57°, qui ordinairement supprime cette toxicité, ne fait ici que l'atténuer légèrement.

Sang recueilli in vivo (Variole hémorragique primitive). — Le sang recueilli aseptiquement par piqûre du doigt ou par ponction veineuse a toujours montré un *grand retard de coagulation :* celle-ci n'a eu lieu qu'au bout de 25' à une heure et dans quelques cas le retard a été plus grand encore. De plus, l'*irrétractilité du caillot*, signalée par Hayem et Bensaude, se vérifie régulièrement et dans presque tous les cas la transsudation du sérum est très abondante. (Ces cas coïncident, d'après ces mêmes auteurs, avec l'extrême rareté des hématoblastes.)

Après centifugation prolongée (précédée ou non de morcellement du caillot), on obtient un sérum fortement coloré en rouge par l'hémoglobine. Comme dans le cas du sang des autopsies, le *laquage*

s'accentue de plus en plus dans les échantillons de sang abandonnés au repos, qu'il s'agisse de globules en présence du sérum sanguin lui-même (sang coagulé ou sang défibriné) ou en suspension dans du sérum artificiel.

Le *point cryoscopique* du sang est généralement au-dessus de — 0°56, ce qui peut s'expliquer par une insuffisance de la dépuration rénale.

Plus ou moins tardivement, au bout de 12 à 24 heures, on observe ici encore la désagrégation progressive du caillot, pouvant aboutir à la *redissolution* complète.

L'étude de l'*action hémolysante* du sérum vis-à-vis des globules de lapin amène aux mêmes résultats que dans le cas du sérum obtenu post mortem.

Le sérum possède aussi une action hémolytique vis-à-vis des globules humains normaux, des globules humains de divers malades et des globules du malade lui-même qui le fournit; cette action est seulement moins intense que celle du sérum obtenu post mortem, la désagrégation leucocytaire étant ici moins avancée. Le mécanisme et la genèse de l'action hémolytique pour les globules humains est celui qui a été exposé pour le sérum obtenu post mortem.

La *toxicité* s'est de même toujours montrée très élevée.

Le *nombre des globules rouges est régulièrement notablement abaissé*, même dès les premiers jours de la maladie (fait déjà signalé par Hayem) : les chiffres ont oscillé entre 2.900.000 et 4.000.000. La *valeur globulaire* diminue fortement aussi (comprise entre 0,50 et 0,78). La *résistance globulaire* subit des variations de même sens : même dans l'eau salée isotonique, les globules subissent, comme nous l'avons vu, un laquage progressif ; la solution dite de « résistance maxima » (solution salée dans laquelle quelques globules restent encore intacts et qui précède celle où l'hémolyse sera complète) est en moyenne de 0,40 °/₀ (au lieu de 0,34 environ à l'état normal).

Dans le sang, les globules rouges eux-mêmes présentent des déformations variées (*poïkilocytose*). On trouve, à côté des globules ordinaires, des hématies nucléées en plus ou moins grand nombre, ainsi que l'avaient déjà constaté Pick, Hayem, E. Weil.

Les plus importantes des modifications hématiques qui viennent

d'être décrites ne sont point sans rapport avec le *mécanisme des hémorragies* dans la variole hémorragique primitive. Hayem et Bensaude expliquent le mode de production de ces hémorragies suivant le même mécanisme qu'avait indiqué le premier de ces auteurs pour le purpura hémorragique de l'homme et le purpura expérimental, la filiation des phénomènes étant, d'après eux, la suivante : 1° pénétration dans le sang de produits toxiques ; 2° agglutination des hématoblastes et formation de concrétions sanguines par précipitation grumeleuse ; 3° obstruction embolique de petits vaisseaux ; 4° production d'infarctus et d'hémorragies par les muqueuses. Cette conception peut être modifiée ainsi : l'action hémolytique du sérum dans la variole hémorragique primitive étant, nous l'avons vu, très intense, doit, même si elle n'a lieu qu'à un plus faible degré dans le plasma circulant, s'accompagner de la mise en liberté de stromas globulaires, entiers ou parcellaires, qui peuvent prendre une part appréciable à la formation des concrétions sanguines décrites par Hayem. Un fait important, primordial peut-être, aboutissant à la formation d'infarctus par embolies, se trouverait dès lors dans l'action hémolytique du plasma, qui aurait ainsi une valeur pathogénique plus ou moins grande dans la production de l'état hémorragipare. Cet état lui-même est favorisé par la diminution de coagulabilité du sang et aussi probablement par l'action de toxines vaso-dilatatrices.

J'ai été ainsi amené à rechercher si un sérum antihémolytique spécifique n'aurait pas une action thérapeutique dans les formes hémorragiques de la variole. L'idée était d'autant plus logique que la mort dans la variole hémorragique primitive, vu l'intensité de l'hémolyse du sang des autopsies, doit le plus souvent résulter pour une grande part des destructions globulaires produites *in vivo* plutôt que des hémorragies elles-mêmes, de l'intoxication ou des complications.

II. — Sérum antihémolytique

Ce sérum a été préparé en utilisant le *sang recueilli aux autopsies des deux premières malades de l'épidémie*, mortes respectivement deux et trois jours après leur entrée à l'hôpital.

Le caillot subissant, comme il a été dit, une redissolution progressive, le sérum obtenu par centrifugation n'était pas en réalité

du sérum proprement dit, mais un sérum contenant les produits de dissolution ou de décomposition de la fibrine, une quantité notable d'hémoglobine provenant du laquage et d'autres produits encore de désagrégation globulaire. C'est ce sérum décanté que j'ai injecté au lapin en vue de provoquer la formation de l'antisérum.

Les lapins recevaient, en injections intra-péritonéales, des doses de sérum de 5 à 7 cc., répétées tous les quatre à cinq jours environ pendant trois à quatre semaines. Quelques jours après la dernière injection, on saignait les lapins pour recueillir aseptiquement le sérum par centrifugation. C'est ce sérum, antihémolytique, qui a été essayé chez les malades atteints de variole hémorragique primitive ou secondaire entrés à l'hôpital dès le vingtième jour après la mort des deux premiers. Le sérum antihémolytique a pu, en effet, être obtenu déjà après la troisième ou quatrième injection aux lapins ; le plus souvent cependant je me suis servi de sérum obtenu après cinq ou six injections au lapin.

Ce sérum a été administré aux malades *en injections sous-cutanées*, faites soit à la cuisse, soit à l'abdomen, à des doses variant de 20 cc. à 50 cc. en vingt-quatre heures et à raison d'une seule injection par jour.

Son *action antihémolytique* se manifeste à la fois *in vitro* et *in vivo*. *In vitro*, il est capable d'empêcher l'hémolyse des globules de lapin par le sérum des malades atteints de variole hémorragique primitive ; cette même action antihémolytique a lieu aussi vis-à-vis des globules humains d'individus normaux, de ceux de divers malades et de ceux des malades atteints de variole hémorragique. L'hémolyse spontanée des globules de ces derniers par le sérum du malade qui les fournit ou même l'hémolyse spontanée dans le sérum artificiel est fortement retardée ou empêchée par l'addition du sérum de lapin préparé.

In vivo, chez les malades qui ont reçu plusieurs injections de ce sérum, la recherche des propriétés hémolytiques du sérum de ces malades montre qu'elles sont beaucoup plus faibles que celles du sérum des mêmes individus avant les injections. Cette diminution de l'activité hémolytique, plus ou moins grande suivant le nombre et l'importance des injections d'antisérum, se constate à la fois vis-à-vis des globules de lapin, vis-à-vis des globules humains et vis-à-vis des globules du malade lui-même dont on essaie le sérum.

La diminution de l'activité hémolytique s'accompagne de plus d'une augmentation de la résistance globulaire pour les globules du même malade, dont l'hémolyse spontanée dans le sérum artificiel devient extrêmement faible ou ne se produit même plus.

L'antihémolysine du sérum de lapin préparé paraît être de nature *spécifique* contre l'hémolysine du sang de la variole hémorragique ; elle n'a, en effet, aucune action empêchante contre l'hémolyse des globules humains par un sérum de lapin préparé par des injections à cet animal de globules humains.

L'antisérum a aussi une *action antiagglutinante* pour les globules humains ; de même que l'action antihémolytique, elle se met en évidence à la fois *in vitro* et *in vivo*.

Le sang des malades soumis aux injections d'antisérum subit, en outre, des modifications au point de vue de sa coagulation. La plus frappante est l'*augmentation de coagulabilité :* après quelques injections d'antisérum, le sang coagule en 10 à 20', la rapidité de la coagulation est donc devenue à peu près normale. Corrélativement, on constate une *diminution des phénomènes hémorragiques,* à la fois au point de vue des hémorragies viscérales et au point de vue des caractères hémorragiques de l'éruption.

L'augmentation de coagulabilité du sang est due à l'action banale du sérum injecté : on sait en effet que le sérum sanguin ordinaire a été récemment employé avec succès comme hémostatique (en injections) ; peut-être l'antisérum a-t-il en outre une action coagulante plus spécifique que le sérum ordinaire, puisqu'il est préparé par injection au lapin de sérum provenant d'un sang dont la coagulabilité est très diminuée.

L'atténuation des hémorragies chez les malades traités par l'antisérum relève sans doute aussi de ce fait que la destruction globulaire par hémolyse devenant moins intense, les infarctus produits suivant le mécanisme précédemment étudié se forment moins facilement : c'est en ce sens que l'action antihémolytique du sérum peut avoir pour conséquence une action antihémorragique.

La formation des infarctus par agglutination des hématoblastes pourrait être aussi diminuée par une action antiagglutinante de l'antisérum vis-à-vis des hématoblastes : dans ce cas, à la suite des injections d'antisérum, le nombre des hématoblastes devrait augmenter dans le sang circulant. Bien que cette recherche n'ait

point été effectuée, on peut penser que le phénomène existe, puisque le caillot devient plus rétractile et que la rétractilité du caillot a, comme on le sait, des relations étroites avec la teneur du sang en hématoblastes.

Ajoutons que les injections de sérum antihémolytique s'accompagnent d'une *augmentation du nombre des hématies nucléées*, ce qui est, dans une certaine mesure, l'indice d'une rénovation sanguine rapide.

Ce n'est pas seulement l'étude directe des modifications hématiques qui met en lumière l'activité de l'antisérum utilisé, mais encore l'observation des *phénomènes généraux* qui suivent les injections de ce sérum et l'évolution même de la maladie. L'injection elle-même, après avoir produit une élévation de température légère et passagère, est suivie d'un effet inverse. Si on répète les injections, les phénomènes nerveux, cardio-vasculaires et pulmonaires en particulier s'atténuent pour un temps et on constate une amélioration nette, plus particulièrement notable d'ailleurs au point de vue des hémorragies. Étant donné la petite quantité de sérum dont je disposais, on n'a pu dépasser par 24 heures la dose de 50 cc., mais il y a lieu de croire que de plus fortes doses donneraient des effets supérieurs. Malgré l'atténuation de divers des symptômes observés, les cas de variole hémorragique PRIMITIVE se sont terminés par la mort, et deux cas sur six seulement de variole hémorragique *secondaire* (hémorragiques au moment de l'éruption ou de la suppuration) ont eu une issue favorable. Il faut tenir compte cependant que les cas de mort observés ont tous été dus à des complications (broncho-pneumonie et abcès du poumon surtout). En tous cas, la méthode de traitement par le sérum antihémolytique nous paraît mériter d'être expérimentée à nouveau sur une plus large échelle.

Il serait logique de l'essayer aussi *dans divers autres états hémorragipares* (purpuras hémorragiques).

Section des Sciences

Séance du 8 mars 1909

Présidence : M. Moye, vice-président, en l'absence de M. Castelnau, empêché.

Sont présents : Les membres qui ont signé au registre.

La Section décide de tenir séance le lundi 19 avril, en raison des vacances de Pâques.

M. Planchon fait une communication sur les plantes vendues sous le nom de *Rose de Jéricho*, nom d'ailleurs faux, car les plantes en question ne sont pas la vraie Rose. Il existe aussi des pseudo-Roses de Jéricho qui s'ouvrent très rapidement dans l'eau.

Les plantes dont s'occupe l'orateur sont des Cryptogames vasculaires provenant du Mexique. Le traitement par l'eau bouillante les fait ouvrir sans altérer leur couleur verte, ainsi que le démontre l'expérience faite séance tenante.

M. Amans signale l'analogie du procédé employé par ces plantes avec celui dont se servent certains arthropodes pour mouvoir leurs articulations.

M. Amans prend ensuite la parole sur le vol des mouettes, notamment l'acte de ces oiseaux consistant en un recul sous le vent à la façon d'un cerf-volant. En se servant d'une aile fixée sur un support, il a pu déterminer l'énergie mise en mouvement et son point d'application. Les pressions sont mesurées au moyen de l'effet produit sur des balances de Roberval dont les plateaux portent l'aile expérimentée.

M. Chaudier parle de la photographie du vol d'après Marey, M. Amans fournit les explications demandées.

M. Astruc montre que la méthode donnée par le Codex pour purifier l'huile d'olive et enlever les acides qu'elle contient est défectueuse et qu'on peut, en augmentant la quantité d'alcool employé, arriver à une purification plus complète et plus rapide.

Il fait cette communication en son nom personnel et au nom de son collaborateur M. Collard.

M. Gaucher dit qu'il est arrivé à réaliser expérimentalement chez le chien l'indigestion gastrique du lait et décrit le processus observé lorsque le passage du lait à travers l'estomac a lieu dans ces conditions anormales.

La séance, ouverte à 5 h. 1/2, est levée à 6 h. 1/2.

Le Secrétaire,
GAUCHER.

Sur la vraie et les fausses "ROSES DE JÉRICHO"

Par le Dr **Louis PLANCHON**

Professeur à l'École Supérieure de Pharmacie de Montpellier

Depuis quelque temps on vend à Montpellier, et sans doute dans beaucoup d'autres villes, à grand renfort de réclame et pour un prix assez élevé, une plante, décorée par le marchand du nom de *Rose de Jéricho* ou de *Semper Viva*. Cette plante, présentée comme *une des plus grandes merveilles de la nature*, est indiquée comme *découverte par les Croisés européens*, et comme ayant été, *d'après la légende ancienne, touchée par la Sainte Vierge dans sa fuite vers l'Egypte*. Un autre prospectus lui attribue les propriétés les plus utiles : *Elle purifie l'air, détruit les germes... prévient les maladies..., absorbe l'air impur, donne un oxygène très avantageux !!; elle est recommandée spécialement par les médecins* (on ne dit pas lesquels).

Que de vertus ! et quel dommage qu'on n'en puisse rien accepter !

Cependant, si ses propriétés sont imaginaires et si son nom est fantaisiste, cette soi-disant Rose de Jéricho n'en est pas moins un végétal bien singulier. Il vaut, semble-t-il, qu'on l'étudie et qu'on le compare aux autres plantes hygroscopiques qui portent, légitimement ou non, le nom de Rose de Jéricho. Après avoir constaté la façon dont ces diverses plantes desséchées s'étalent et s'ouvrent à l'humidité pour se refermer dès qu'il fait sec, je rechercherai le mécanisme qui leur permet d'accomplir ces mouvements.

Comme je viens de le faire entendre, cette plante *merveilleuse* n'a aucun rapport avec la véritable Rose de Jéricho. C'est une Sélaginelle, c'est-à-dire une Cryptogame vasculaire du groupe des Lycopodiacées. M. Daveau, le très distingué conservateur du Jardin des plantes de notre ville, l'a eue un des premiers entre les mains et a bien voulu me la signaler ; nous avons pu ensemble la rapporter, par comparaison avec des échantillons d'herbier, au *Selaginella lepidophylla* Spring, du Mexique. Cette espèce existerait, d'après Engler et Prantl, en Californie, au Mexique, au Texas, et peut-être au Pérou. Les herbiers de Montpellier en renferment deux échantillons : l'un récolté par Bourgeau et étiqueté : *N° 1312 Selaginella lepidophylla Hook. Grev.* (1). *Barranca près Cuernavaca dép. Iturbida* (2), *Bourgeau, 14 novembre 1865* ; l'autre porte simplement : *Mousse de l'intérieur du Brésil, 4 juin 1820, M. le baron Hamelin* (probablement de l'écriture de Delile).

En outre la collection de Matière médicale de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier renferme plusieurs Sélaginelles hygrométriques : 1° le même *Selaginella lepidophylla* Spring, en exemplaires un peu plus petits que ceux du commerce, et venant aussi du Mexique, mais sans indication de localité (origine : collection Chantre (3)) ; 2° un échantillon étiqueté : *S. hygrometrica* (ou *S. squamosa*) *Chefoo* (origine : Exposition de 1878 ; douanes chinoises ; doubles de la collection de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris); 3° enfin un échantillon étiqueté : *Van-men-sung*, *S. involvens*, *Kouang-Tong* (origine : Exposition coloniale de Marseille, 1906 ; Indo-Chine : produits d'importation chinoise).

Je dirai quelques mots de ces deux dernières espèces après l'étude de la première, car elles ont des propriétés analogues.

---

1 L'espèce est de Spring. C'est probablement le *Lycopodium lepidophyllum* de Hooker et Greville.

2 La ville de Cuernavaca est, au Mexique, un chef-lieu de district dans l'État de Morelos. Le mot de *Iturbida* d'ailleurs mal lisible semblerait indiquer une autre région, Iturbide se trouvant dans le Yucatan. Le mot *Barranca* n'est sans doute pas un nom de localité : en espagnol et en portugais Barranco signifie *torrent*.

3) Collection acquise en 1901, de M. Chantre, de Lyon, grâce à une subvention spéciale de l'État, et renfermant environ 1.300 échantillons. M. Chantre au cours de ses voyages avait réuni plusieurs collections scientifiques.

La faculté d'absorber ou de perdre facilement l'eau et de s'étaler ou de se refermer, même après plusieurs années de conservation, rapproche donc ces cryptogames de la véritable Rose de Jéricho ; mais c'est là le seul point de contact entre des plantes appartenant à des groupes botaniques tout différents et provenant de pays tout à fait opposés.

Les végétaux hygroscopiques après dessiccation sont assez nombreux ; ce sont des plantes nettement xérophiles, venant dans des régions désertiques, ou tout au moins sur des points soumis à des alternatives fréquentes de sécheresse et d'humidité. On sait que les capitules acaules du *Carlina acanthifolia* All. sont cloués sur les portes des fermes par les paysans de nos Causses pour servir d'hygromètres. Une autre Composée, l'*Asteriscus pygmæus* Coss., des régions désertiques, appelée souvent *Fausse Rose de Jéricho*, ouvre ou ferme ses capitules dans les mêmes conditions. Mais certaines Sélaginelles présentent cette faculté avec une intensité très grande, et remarquée depuis longtemps chez plusieurs espèces. On a vu que trois d'entre elles ont pu être observées ici même, mais le *S. lepidophylla* est particulièrement remarquable à cet égard.

De plus les Sélaginelles, et en particulier l'espèce qui nous occupe, offrent, dit-on, un phénomène biologique bien plus étrange encore : les exemplaires, même desséchés depuis longtemps, non seulement s'ouvrent plus ou moins vite dans l'eau ou dans l'air humide, mais n'ont pas perdu toute puissance végétative. Même des échantillons d'herbier auraient pu, une fois déroulés, être cultivés sur un milieu convenable et développer de nouvelles frondes, par un phénomène tout à fait comparable à la réviviscence des Anguillules ou des Rotifères. Ce dernier point est d'ailleurs indépendant des changements de forme que l'humidité ou la sécheresse amènent chez le végétal. Je n'ai pas jusqu'ici constaté le fait moi-même : j'ajoute qu'une tentative faite au Jardin des Plantes de Montpellier par M. Daveau, dans des conditions d'ailleurs défavorables, n'a pas réussi. Il y a donc des réserves à faire. Mais s'il reste des doutes sur la durée pendant laquelle la vitalité peut être ainsi conservée dans la plante sèche, il est bien certain que le végétal est fortement adapté pour résister à une sécheresse intense. Bien que je n'aie pas de renseignement précis sur les localités mexicaines ou chinoises où l'on trouve les Sélaginelles réviviscentes, il est évident

qu'elles appartiennent à la flore des régions souvent sèches, telles que bien des plateaux des Terres froides du Mexique, dont le climat est presque désertique.

Du reste les propriétés de la Sélaginelle ne sont en somme que l'exagération de celles que présentent d'autres plantes, chez nous vulgaires. Ainsi le *Ceterach officinarum* L. se recroqueville fortement pendant la sécheresse et prend tout à fait l'aspect d'une plante morte. Il revient très bien à l'état frais par l'humidité, si toutefois la dessiccation n'a pas été extrême ou trop longtemps prolongée.

Je bornerai cette étude à la vraie Rose de Jéricho, à l'*Asteriscus* et à la Sélaginelle vendue dans notre ville et qui sert d'occasion à ce travail.

Voyons d'abord les plantes elles-mêmes, à l'état sec et à l'état humide; j'étudierai après le mécanisme par lequel elles peuvent reprendre toutes les apparences de la vie.

A. — LES PLANTES HYGROMÉTRIQUES

La Rose de Jéricho

On donne depuis longtemps ce nom, ou celui de *Rose de Jérusalem*, ou encore celui de *Jérose*, à une Crucifère annuelle, qui n'a par conséquent rien de commun avec les Roses, et qui habite la zone sablonneuse désertique de l'Ancien Monde, particulièrement certains points du Sahara, l'Egypte, l'Arabie et aussi la Palestine. Les Arabes l'appellent « Main de Fathma » (*Keff-Lalla-Fathma*) et lui donnent aussi d'autres noms: *Keff Meryem* (Main de Marie), *Akerba* (courbe), etc., qui tous font allusion à sa forme desséchée (1).

Elle porte en botanique le nom de *Anastatica Hierochuntica* L. nec Crantz (*A. littoralis* Salisb.).

---

(1) Voy. Cosson, Compend. Flor. atl. II, p. 275.

La Rose de Jéricho actuelle était connue des anciens, que ses propriétés avaient frappés ; mais il s'était produit, dès Dioscoride, des confusions de noms et de choses, en particulier avec l'*Amomum* (*Amomum Rosa sanctæ Mariæ* de Lonicer, etc.), ou avec les Thlaspi, ce qui s'explique davantage (*Thlaspi Rosa de Hiericho dictum* de Morison. Hist. II, p. 328, sect. 3, t. 25, fig. 2 et 3.—*Thlaspi affinis. Rosa Hierochuntica dicta vulgo.* Magnol. Hort. Monsp. 194, etc.)

Mais dès le Moyen Age, la dénomination de Rose de Jéricho se retrouve dans tous les livres, sous une forme ou sous une autre ; c'est le *Rosa Hierichuntica* de Camerarius (Hort. t. 41, fide Linné) ; le *Rosa Hierichuntis* de divers auteurs (Rauwolf, etc.) ; le *Rosa Hierochuntea* de Lobel (Ic. II, p. 203, fide de Candolle) ; le *Rosa Hierichuntea vulgo dicta* de G. Bauhin (Pinax, 484) ; le *Rosa Hiericho* de J. Bauhin (Hist. II, p. 209), pour ne citer que quelques auteurs.

Adanson en fait le genre *Hiericontis* (Fam. 2, 421). Gærtner (Fr. 2, p. 286, t. 141) la nomme *Anastatica* (de ἀναστατικος qui peut ressusciter). Linné adopte ce nom de genre et appelle la plante *A. Hierochuntica* (1). (Hort. cliff. 328 ; Spec., p. 895).

Linné admettait avec Camerarius, Gaspard Bauhin, etc., une deuxième espèce syrienne, l'*A. Syriaca* L. (Sp. p. 895), qui diffère par des feuilles plus pointues, des épis plus longs, une silicule ovale, et qui est le *Rosa Hierichuntea sylvestris* de G. Bauhin, le *Rosa Hierichuntica alia* de Camerarius. Cette espèce avait déjà disparu dans le livre de Willdenow. C'est l'*Euclidium syriacum* de Rob. Brown (*Bunias syriaca* Gærtner). C'est cette plante à laquelle Crantz donnait le nom de *Anastatica Hierochuntica* qui fait confusion avec l'espèce linnéenne.

Plante fraiche. — Cette petite plante, ligneuse bien qu'annuelle, forme un menu buisson, à nombreux rameaux diffus, duveteux dans le jeune âge ; plusieurs branches partent ensemble du collet de la racine pivotante, longue et grêle, et s'écartent à angle très obtus,

---

(1) Quelques auteurs, entre autres de Candolle (Systema II, 425 ; Prodr. I, 185), écrivent *Hierochuntina*.

pour se diviser, par dichotomie irrégulière, en une sorte de sympode.

Les ramifications se font toujours soit vers l'intérieur, soit suivant la circonférence, jamais vers l'extérieur. L'ensemble a une dizaine de centimètres.

A l'état frais la plante est herbacée ; elle porte des feuilles pétiolées, oblongues, atténuées vers le bas, entières, ou avec quelques dentelures grossières vers le haut, toujours tombées dans les échantillons commerciaux ; et, dès le bas des rameaux, de petites fleurs blanches, ordinairement en épis courts, plus ou moins opposés aux feuilles.

A ces fleurs succèdent des fruits qui seront décrits avec la plante sèche.

Au moment de la sécheresse, si forte dans les régions désertiques, les feuilles tombent, les branches se recroquevillent, s'enchevêtrent en une petite boule, et la plante, dont la racine pivotante, peu rameuse, adhère faiblement au sol sablonneux, est emportée et roulée par les vents de l'automne, à des distances parfois considérables (1). C'est alors un petit buisson sec, sorte de squelette, dépouillé même parfois de sa région corticale. Si le hasard l'amène à l'humidité, les branches s'étalent, les fruits s'ouvrent, les graines tombent et germent. Les indigènes ramassent ces petits pelotons ; le commerce les apporte en Europe comme curiosité naturelle, et aussi comme plante à vertus miraculeuses.

Plante sèche. — A cet état la plante sèche est donc formée par des rameaux enchevêtrés en boule. Chaque branche desséchée est cylindrique dans les entre-nœuds et plus ou moins aplatie aux bifurcations ; une ligne déprimée assez constante se dessine assez loin au-dessous de la séparation des branches.

Ces rameaux sont très difficiles à sectionner transversalement. Il faut un instrument affilé, et pour les coupes, le rasoir éprouve une très forte résistance. Il est au contraire fort aisé de fendre en long ces branches, et si l'on exerce une traction divergente sur une bifur-

---

(1) Une des réclames en faveur de la Sélaginelle l'appelle toujours par confusion avec l'*Anastatica* : « *la chose roulante devant le tourbillon* ».

cation, elle cède immédiatement. Cette région aplatie se laisse aussi écraser assez facilement.

Sur une section transversale on aperçoit : 1° une écorce très mince, un peu velue, surtout si la plante est jeune ; 2° un cercle brun lignifié, plus foncé si on mouille, luisant si la section est nette,

Fig. 1. — Rose de Jéricho à l'état sec.

plus pâle dans la région interne ; 3° enfin une moelle centrale, arrondie ou ovale suivant le point. Dans la région aplatie au-dessous des bifurcations, la section du cercle lignifié a souvent la forme d'un ovale déprimé.

Dès leur base les branches portent de petites silicules courtes, ventrues, isolées ou d'ordinaire en grappes sessiles, placées le plus souvent aux bifurcations, et toujours sur la face supérieure ; elles sont par conséquent cachées dans l'intérieur du peloton desséché.

Une pointe stylaire subulée, à stigmate punctiforme, plus longue que la silicule elle-même, surmonte ces fruits. De chaque côté, en haut, et divergeant obliquement, se trouvent deux appendices auriculés, concaves, deux sortes de petites ailes, qui, à la déhiscence, tombent en entraînant une partie de la paroi du fruit. Celle-ci forme une valve concave, hémisphérique, surmontée de l'ailette, et

ouvre en tombant la cavité du carpelle. Dans cette cavité lisse, luisante, jaune foncé, sont deux petites graines discoïdes jaunâtres comprimées, dont la radicule repose sur la tranche des cotylédons accolés (pleurorrhizées), et qui deviennent mucilagineuses dans l'eau. Une fine cloison transversale sépare la loge en deux étages un peu inégaux, renfermant chacun une graine.

Le reste du fruit (fausse cloison, style, etc., en somme tout ce qui n'est pas la valve surmontée de son ailette) persiste sur la plante sèche. Du reste, la valve elle-même semble ne tomber, après

Fig. 2. — Rose de Jéricho étalée, vue de face.

la dessiccation du fruit, que si elle a été humectée ; des échantillons conservés depuis des années, et qui même ont été plusieurs fois mouillés et desséchés (échantillons de cours, par exemple) ont pu conserver leurs valves et leurs graines, à la condition de n'être pas secoués au moment où ils étaient humides.

Etalement. — L'étalement de la Rose de Jéricho par l'humidité a de bonne heure frappé l'imagination des hommes, et de tout temps on s'en est servi pour exploiter la crédulité populaire. On le considère comme aidant aux accouchements ; la parturition sera facile si la Rose, mise dans l'eau, s'étale vite et bien. Dans quelques régions on suppose qu'en mettant la plante dans l'eau, au moment où la femme ressent les premières douleurs, la délivrance arrive lorsque l'épanouissement est complet. Et l'idée n'est pas seulement orientale : on pourrait citer en France, à notre époque, bien des villages où un ou deux charlatans détiennent un *Anastatica*, et le louent, plus ou moins cher, à la parturiente désireuse d'être délivrée rapidement et sans trop de souffrance.

Une autre légende fort ancienne veut que cette plante s'ouvre tous les ans au jour et à l'heure de la naissance du Christ.

L'expérience du charlatan réussit à coup sûr, car la plante ne manque jamais de s'étaler, plus ou moins vite il est vrai, suivant le procédé employé. On peut en effet agir de trois façons : ou bien on plonge simplement la racine dans l'eau (dans ce cas il faut un temps extrêmement long) ; ou bien on immerge la plante entière et on la retire aussitôt ; ou encore on la laisse séjourner dans l'eau. Même dans ce dernier cas, il faut souvent deux ou trois heures pour obtenir l'écartement des branches. Quoi qu'il en soit, même dans l'air humide, et à plus forte raison dans l'eau, on voit les rameaux s'écarter peu à peu, et prendre la position qu'ils avaient pendant la vie, pour se recroqueviller à nouveau, dès que la dessiccation revient. La fermeture est assez lente, au moins quelques heures ; plus ou moins suivant l'état hygrométrique de l'air.

Fig. 3. — Ouverture des bifurcations par l'eau.

Il est important de remarquer que le mouvement ne porte pas également sur toute la longueur des tiges. Appliquons sur une

feuille de papier une branche sèche isolée, dessinons-en les contours, puis replaçons-la sur le croquis après une heure de séjour dans l'eau; nous constaterons facilement que les entre-nœuds n'ont à peu près pas modifié leur direction; au contraire, au départ des rameaux ou des inflorescences, le mouvement de redressement s'est produit. En même temps on voit que les régions aplaties qui avoisinaient les bifurcations sont devenues plus ou moins cylindriques. On aura plus tard à se souvenir de ces faits.

La fausse Rose de Jéricho

Le genre *Asteriscus* a été séparé par Mœnch des *Buphthalmum*. L'*Asteriscus pygmæus* Coss. et D R. habite les mêmes pays que la Jérose, c'est-à-dire les régions sablonneuses désertiques de l'Ancien Monde. Considéré d'abord comme une variété de l'*A. aquaticus* Mœnch (var. *pygmæus* D. C., Prod. VII, 287) il a été élevé par Cosson et Durieu au rang d'espèce (Coss. et D R. ap. Balansa, Pl. Alger, exsicc., 1853). C'est le *Sauleya Hierochuntica* Michon (voy. Reliq. Or. II, 383 fide Cosson). Il serait possible, ainsi que l'ont fait remarquer de Saulcy et Michon, que cette fausse Rose de Jéricho de nos jours soit en réalité la vraie Rose des anciens. En effet, elle s'ouvre et se referme beaucoup plus vite ; elle abonde dans la plaine de Jéricho où les auteurs cités ci-dessus, non plus que d'autres après eux, n'ont pas trouvé l'*Anastatica* ; enfin, c'est elle que l'on trouve représentée dans certaines armoiries remontant aux croisades (1). Cependant, c'est bien la vraie qui est figurée et décrite dans les livres anciens de botanique cités plus haut à propos de l'*Anastatica*.

L'*Asteriscus* est une toute petite plante ligneuse, rameuse, à ramuscules courts et étalés sur le sol, irrégulièrement anguleux. Les capitules, assez gros pour une si petite plante, perdent leurs akènes, et le réceptacle hérissé de paillettes se dessèche. Alors les bractées blanchâtres et ligneuses de la périphérie se rabattent sur le réceptacle vide et en masquent complètement la surface. Vu par-dessus le

(1) Voy. Cosson et Kralik, *Bull. Soc. Bot. de France*, 1857, p. 277.

capitule ressemble alors à une sorte de Balane. A la moindre variation dans l'état hygrométrique de l'air, les bractées se redressent ou se rabattent. C'est l'hygromètre du désert.

Ici l'action de l'eau est beaucoup plus rapide que pour la vraie

Fig. 1. — *Asteriscus pygmæus* de face et de profil. A droite, fermé : à gauche, ouvert.

Rose de Jéricho, et les bractées refermées se relèvent dans l'eau en 3 ou 4 minutes, laissant voir le fond du capitule dépourvu de ses akènes. L'ensemble blanchâtre est devenu brun.

L'effet se produit très vite, même si le capitule n'a été qu'un instant dans l'eau. L'humidité de l'air y suffit très bien. Un capitule

enfermé humide dans le bocal, fait rapidement ouvrir tous les autres. Au contraire, par immersion de la racine seule, il faut un temps assez considérable.

Comme l'*Anastatica*, l'*Asteriscus* abandonné à la dessiccation se referme ; le temps nécessaire varie naturellement suivant les circonstances. En général la fermeture est rapide pour peu que l'air soit sec.

Les Sélaginelles

On a vu plus haut que plusieurs espèces du genre étaient, sinon réviviscentes, du moins fortement hygrométriques. Les trois espèces que j'ai pu examiner à ce point de vue sont :

1° La *Selaginella lepidophylla* Spring, qui, répandue actuellement sur le marché, a servi de point de départ à cette étude. On lui donne comme synonyme *Lycopodium nidiforme* (fide Macé) (1). Elle habite le Mexique, la Californie, le Texas. A Mexico elle sert d'hygromètre et sur divers points on l'a préconisée dans les affections du foie. On en trouvera plus loin la description détaillée.

2° La *Selaginella hygrometrica*, plante de Chine et du Japon. C'est donc sans doute la plante indiquée en Chine par Perrot et Hurrier (2) sous le nom de *Lycopodium hygrometricum* Mart. Mais Macé donne le *Lyc. hygrometricum* Mart. comme synonyme de *Selaginella convoluta* Spring, et l'indique comme une espèce du Brésil, de la Guyane et de la Colombie. La plante étudiée ici sous le nom de *Selaginella hygrometrica* est appelée en Chine Tsian-Bay (Tatarinow). Son enroulement, bien connu des Chinois, lui a fait attribuer des propriétés fantastiques.

3° La *Selaginella involvens* Spring, appelée Van-men-sung en chinois et Van-men-tung en annamite. C'est une espèce de Chine et du Japon, évidemment des endroits secs ; c'est le *Lycopodium*

---

(1) Macé. — Les Lycopodiacées utiles. Th. agrég. médec., 1883, p. 55.

(2) Perrot et Hurrier. — Matière médicale sino-annamite, 1907, p. 71.

involvens de Swartz, le *Lycopodium circinale* de Thunberg, mais non de Swartz (le *L. circinale* de Swartz est une plante de l'Inde).

Étudions d'abord l'espèce principale :

Selaginella lepidophylla Spring

A. *La plante sèche.* — Telle que la livre le commerce, la plante sèche se présente comme un petit peloton irrégulièrement arrondi, un peu aplati, d'environ 5 à 7 cent. de haut sur 9 à 10 de large, et

Fig. 5. — *Selaginella lepidophylla* sèche.

5 à 6 d'épaisseur, manifestement formé de minces tiges aplaties et courtement ramifiées. La base un peu conique du peloton est une sorte de rhizome mondé, avec des traces de radicelles. De là partent les rameaux grêles (frondes) qui se dirigent vers le haut, puis se recourbent et s'enroulent. Leur involution, à leur rencontre au sommet du peloton, forme une dépression en fente longitudinale

plus ou moins large. Chaque filament est formé d'un axe nettement aplati, avec de courtes ramifications, plus nombreuses et plus longues vers le haut; le tout est complètement recouvert de petites écailles sèches, régulières, distiques, asymétriques imbriquées, représentant les feuilles; l'ensemble a un peu l'aspect d'une branchette de *Thuya*. Les frondes sont brunes ou rougeâtres en dessous, plus claires, plus verdâtres en dessus; mais la plante recroquevillée, ne laissant voir que les faces inférieures, a une couleur d'ensemble brun rougeâtre, sauf vers le haut, à la région où les branches disparaissent à l'intérieur du peloton par enroulement; là la couleur est plutôt verdâtre. Du reste la teinte verte ne se montre bien qu'après l'imbibition; sans doute il y a là un phénomène analogue à celui des racines d'Orchidées aériennes, où la couleur est masquée par la présence de l'air dans les cellules extérieures.

La plante sèche répand une odeur aromatique agréable de cannelle. Mais c'est là certainement un parfum ajouté artificiellement. En effet : 1° les Fougères et Lycopodiacées n'ont guère d'odeur en général; 2° les exemplaires des collections de l'École de pharmacie et de l'Herbier du Jardin des plantes sont inodores; 3° après un ou deux traitements par l'eau, chaude ou froide, l'odeur disparaît; 4° enfin, une plante achetée au même marchand, mais provenant d'un autre arrivage, sentait non la cannelle, mais l'essence de Wintergreen (salicylate de méthyle).

La densité est faible : la plante jetée dans l'eau surnage; une fois imbibée elle s'enfonce.

B. *L'étalement.* — L'eau rend à la Sélaginelle sèche son aspect primitif. Mais ce résultat peut être obtenu de plusieurs façons :

1° En plongeant la plante entièrement dans l'eau froide; elle met alors très longtemps (2 ou 3 heures) à s'ouvrir complètement;

2° En immergeant seulement sa base conique (rhizomes et radicelles); l'ouverture est encore bien plus lente que par immersion complète;

3° En versant sur elle de l'eau bouillante; l'ouverture demande alors environ un quart d'heure.

Avec ce dernier système, préconisé par les prospectus, le spectacle est beaucoup plus saisissant. On voit, en effet, la petite touffe

ébouillantée, s'entr'ouvrir immédiatement, souvent par saccades, frémir, les frondes s'écarter rapidement, souvent avec brusquerie, donnant l'impression d'un être vivant en mouvement. L'aspect de la plante change presque subitement ; les frondes extérieures, les plus âgées, se sont écartées d'abord : la touffe s'entr'ouvrant, laisse apercevoir bientôt les frondes intérieures plus courtes, à face supérieure verte, encore enroulées en crosses, formant des sortes de zones concentriques ; bientôt ces frondes, suivant le mouvement général, se déroulent à leur tour, les extérieures d'abord, les centrales tout à fait à la fin, l'axe principal avant les ramifications, l'extrémité des branches plus lentement que la base. Vers le milieu de l'opération, la plante a un aspect tout particulier ; chaque fronde étant déroulée en bas et encore en crosse à l'extrémité distale. Les fines pointes mettent assez longtemps à s'étaler. Enfin, la petite pelote rougeâtre et sèche est devenue une plante verte aplatie.

Si l'expansion a lieu dans l'eau froide, on en peut mieux suivre toutes les phases, d'ailleurs absolument les mêmes qu'avec l'eau bouillante, mais s'effectuant beaucoup plus lentement.

Si l'on procède en immergeant seulement la base, c'est-à-dire par ascension capillaire de l'eau, l'ouverture se fait assez lentement ; elle débute au bout d'un quart d'heure environ et demande au moins 5 à 6 heures. La marche générale est la même que ci-dessus, et ici encore les mouvements sont parfois saccadés. On observera que les frondes, qui pourtant n'ont pas touché l'eau directement, sont bientôt humides et mouillent les doigts qui les touchent. En même temps les feuilles écailleuses deviennent turgescentes et luisantes. Il est facile d'observer que l'eau monte *autour* de la tige par capillarité d'écaille en écaille. On trouvera plus loin l'application de cette observation.

La quantité d'eau ainsi absorbée est à peu près égale au poids de la plante. Une Sélaginelle qui à l'état sec pesait 33 gr. 55, une fois complètement étalée et égouttée atteignait exactement 67 gr.

La plante étalée. — Une fois l'expansion terminée, la Sélaginelle a repris l'aspect naturel qu'elle a dans son pays. C'est alors une touffe plate, acaule, formée de branches vertes, d'aspect foliacé, rayonnant autour d'un point toujours un peu excentrique. Les branches centrales jeunes, simples, très courtes, en rosette, ou plutôt en une sorte de spirale ; les autres, de plus en plus grandes, avec

un axe principal et des ramifications secondaires étalées dans un même plan. Les branches les plus externes sont déjà mortes ou à

Fig. 6. — *Selaginella lepidophylla* étalée dans l'eau.

peu près, car, bien qu'à la récolte on ait débarrassé la plante de ses frondes trop âgées, il en reste toujours quelques-unes.

La face supérieure de ces frondes aplaties est d'un vert foncé ; la face inférieure est vert plus pâle ; l'axe principal et les ramifications de la base, de teinte brun rougeâtre. L'aspect écailleux est le même

qu'à l'état sec, mais les feuilles, seules visibles (sur 3 ou 4 rangs à la face supérieure de la fronde, sur 2 rangs à la face inférieure) sont luisantes, gonflées, turgescentes, asymétriques, pointues, mais non très aiguës, à bord soit entier, soit un peu et irrégulièrement denté, comme usé. Les feuilles de la face inférieure de la fronde ont le bord interne coloré en rouge brun.

Fig. 7. — *Selaginella lepidophylla*. Fragment de fronde grossi.

Le diamètre total de la plante développée atteint environ 25 centimètres, alors que le peloton primitif avait environ 6 à 7 centimètres. Si on maintient la plante à l'air humide, et surtout si on l'arrose ou si on la bassine régulièrement, on peut la conserver ouverte, pour ainsi dire indéfiniment ; on recommande cependant, si on la garde sur

Fig. 8. — *Selaginella lepidophylla* à demi fermée.

la terre humide, de mêler celle-ci d'un peu de poudre de charbon, afin d'éviter que la plante ne pourrisse.

Retour à l'état sec. — Ce retour se fait, suivant l'état hygrométrique de l'air, en un jour ou deux, et l'on peut alors observer de nouveau, mais en sens inverse, toutes les phases de l'étalement. Ce spectacle est intéressant aussi. Les ramifications terminales des frondes s'enroulent les premières, puis le sommet de la fronde elle-même ; à un moment donné toutes les frondes sont ainsi à demi enroulées en crosses, formant des sortes de zones concentriques d'un aspect tout spécial : puis les parties extérieures, se redressant de plus en plus, font disparaître peu à peu les frondes internes qui en se relevant se disposent en étages successifs. Enfin les rameaux extérieurs, réduits plus ou moins au rachis, bruns, sans chlorophylle et d'ordinaire morts, se resserrent les derniers, mais souvent sans s'enrouler. La plante a repris alors son aspect commercial.

Fig. 9. — *Selaginella hygrometrica* sèche.

Selaginella hygrometrica

Comme aspect extérieur le *Selaginella hygrometrica* ressemble beaucoup au *S. lepidophylla*. Cependant la forme générale n'est pas la même : la plante est plus allongée dans son ensemble ; elle a un long rhizome vertical et les frondes sont enroulées, non les unes en face des autres à peu près également, mais surtout d'un côté ; de plus, à la loupe, les feuilles sont moins asymétriques, allongées, quelquefois à bord irrégulièrement denté, déchiqueté ; fortement

acuminées et terminées par une soie (surtout celles du bord des frondes et des parties jeunes). Cette plante s'ouvre dans l'eau par immersion de sa base, mais très lentement et incomplètement. Il est vrai que l'échantillon essayé était extrêmement sec, et conservé depuis un temps indéfini. L'eau ne monte pas rapidement par l'extérieur comme dans le *S. lepidophylla*. Cependant par immersion directe et complète l'ouverte s'est faite en quelques heures; mais la plante ne devient pas plate : les frondes écartées forment une sorte de coupe, d'entonnoir surmontant le long rhizome dressé. La fermeture est très lente, le rhizome avec ses radicelles conservant l'eau assez longtemps.

Fig. 10. — *Selaginella lygrometrica*. Fragment de fronde grossi.

Selaginella involvens

L'espèce, au moins d'après l'échantillon de l'École de Pharmacie (voy. p. 10), est beaucoup plus petite que les autres : elle offre un long rhizome dressé, petit, couvert de nombreuses radicelles en chevelu, et une petite couronne de frondes, formant une touffe verte terminale, non véritablement enroulées mais à peine incurvées. L'eau, en les imbibant, les écarte en une sorte de petite coupe ouverte, mais le mouvement est beaucoup moins marqué que dans les autres espèces. A la loupe, on voit que les feuilles sont plus petites, aiguës, non distiques, cuspidées, à bords peu ou pas dentelés, à pointe fine, mais non terminée par une vraie soie. La fermeture n'a rien de spécial.

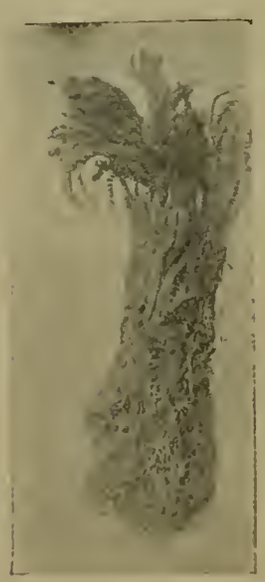

Fig. 11. — *Selaginella involvens* sèche.

Fig. 12. — *Selaginella involvens*. Fragment de fronde grossi.

B. — MÉCANISME DU PHÉNOMÈNE

Le rôle de l'eau dans la turgescence des tissus vivants et son importance dans les mouvements apparents ou réels de nombre d'organes, a été l'objet de discussions que je n'ai pas à exposer. En effet, il ne peut être ici question de cette turgescence biologique. Sans doute les Sélaginelles peuvent offrir les phénomènes de la réviviscence, mais cette propriété est tout à fait indépendante de l'ouverture par l'eau, qui porte aussi bien sur les parties mortes que sur les organes encore verts ; et quant à la Jérose et à l'*Asteriscus*, ce sont des plantes complètement mortes qui servent à l'expérience. Il s'agit évidemment d'un phénomène purement mécanique, entrée ou sortie plus ou moins prompte d'une grande quantité d'eau dans un tissu déterminé. Or certains de ces tissus sont, en raison de l'épaisseur et de la nature de leurs parois cellulaires, capables d'emmagasiner rapidement une forte proportion d'eau, et d'augmenter ainsi beaucoup leur volume. Si toutes les cellules de l'organe sont à cet égard identiques, il s'ensuivra une simple dilatation en tous sens ; s'il existe au contraire une inégalité en quelque point, si par exemple l'organe offre un côté résistant plus dur, moins dilatable, il y aura à la fois dilatation et déformation de l'organe, qui tendra à devenir concave du côté résistant.

Les plantes ici étudiées ont une forme normale, celle de leur état vivant, alors que l'eau pénètre tous les tissus et remplit toutes les cellules. A cet état, la Rose de Jéricho étend ses rameaux en tous sens, les bractées de l'*Asteriscus* sont dressées ou même renversées en dehors, la Sélaginelle étale ses frondes vertes en un large disque aplati.

La première déformation qui se produit est due à la dessiccation : l'eau abandonne les tissus ; les régions à cellules plus hydratées et à parois cellulosiques, laissent fuir plus vite l'humidité, diminuent de surface et de volume et deviennent concaves. C'est un

fait général, expliquant facilement les déformations subies par les organes charnus qui se dessèchent et se recroquevillent, ainsi que la déhiscence de divers organes (anthères, sporanges, etc.). Que l'on plonge dans l'eau une feuille sèche, racornie, elle va s'étaler plus ou moins vite. Mais si le phénomène est général, il faut bien avouer qu'il présente ici une intensité particulière et que nos plantes sont remarquables par la facilité avec laquelle elles absorbent et restituent le liquide ; chez les autres le gonflement est toujours lent, incomplet et ne ramène pas absolument l'aspect de la plante vivante.

Il s'agit maintenant d'examiner dans les trois plantes étudiées ici, si les dispositions anatomiques permettent de se rendre compte des faits observés.

Vraie Rose de Jéricho

Au premier abord, l'anatomie de l'*Anastatica* ne paraît pas devoir donner l'explication de ses mouvements. Si l'on exécute une coupe transversale au milieu d'un entre-nœud par exemple, on trouve les régions suivantes :

1° Une *zone extérieure corticale*, épiderme et parenchyme (portant des poils rameux, surtout dans le jeune âge), dont les cellules larges et allongées tangentiellement ont des parois sinueuses. Cette zone, non plus que le *liber*, n'offre aucun intérêt pour le cas spécial qui nous occupe. Elle ne joue aucun rôle dans les mouvements de la plante, bien qu'elle absorbe l'eau facilement. Presque constamment il en manque des parties plus ou moins étendues, enlevées par le frottement des branches, ou par l'action du sable sur le végétal emporté par le vent ; or les parties dénudées se comportent comme si la plante était intacte.

2° Un *cercle ligneux sclérifié*, fort épais, dur, brun et luisant sur la section nette, surtout en dehors. Ce tissu est formé principalement de fibres ligneuses, polyédriques sur section, serrées, jaunes dès que l'épaisseur de la coupe augmente un peu, englobant çà et là quelques vaisseaux de bois ; ceux-ci deviennent plus abondants et le tissu moins résistant et moins fibreux au voisinage de la

moelle. La teinte générale devient aussi plus claire. Les rayons médullaires sont peu nets.

3° Une *moelle* volumineuse, épaisse, arrondie ou ovale, à cellules très fortement ponctuées, occupe le centre.

On est tenté d'abord de chercher la cause de la fermeture ou de l'ouverture de l'*Anastatica* dans une inégalité de développement du cercle ligneux. Sur certaines coupes, en effet, il semble offrir des solutions de continuité et des régions plus minces; mais en somme le cercle est complet et à peu près égal partout.

Dans une étude sur cette plante faite en 1887 (1), M. Leclerc du Sablon attribue les mouvements de la Rose de Jéricho à une différence dans la nature des membranes. Le cercle sclérifié ne serait homogène qu'en apparence ; les réactifs de la cellulose (chloroiodure de zinc, ou acide sulfurique et iode) montreraient que les membranes, dans la partie supérieure de la coupe, sont restées cellulosiques, tandis que du côté externe (face inférieure) la lignification aurait eu lieu. Dès lors, l'explication du mécanisme serait toute simple, les membranes purement cellulosiques absorbant beaucoup plus d'eau que les autres.

J'ignore dans quelles conditions se trouvaient les plantes étudiées par M. Leclerc du Sablon, mais je puis affirmer que, dans celles que j'ai vues, l'homogénéité du cercle ligneux était complète. Tout ce cercle était également lignifié, ainsi qu'on peut le démontrer par l'action de la phloroglucine et de l'acide sulfurique, par celle du chloroiodure de zinc et aussi par celle du carmino-vert sur les coupes traitées préalablement par l'hypochlorite. La lignification atteint même ordinairement la moelle, mais à un degré bien moindre et non dans la partie jeune des rameaux.

L'explication du phénomène n'est donc pas dans la nature de la membrane. Il m'a semblé qu'il fallait la chercher plutôt dans l'anatomie des points de bifurcation des branches.

En effet, il faut tout d'abord remarquer que :

1° Les mouvements ont lieu seulement à ces bifurcations et non pas dans les entre-nœuds (Voir p. 20-21) ;

---

(1) Leclerc du Sablon : *la Rose de Jéricho*. Journ. de Bot., tome I (1887), p. 61-62.

2° Ce sont des mouvements d'écartement et non de déroulement ;

3° Il suffit d'un petit mouvement, d'une très petite ouverture d'angle à la bifurcation pour que l'écartement du sommet des branches devienne très grand ;

4° La bifurcation est un point de très faible résistance (Voir p. 17).

Il faut donc, pour expliquer d'une façon plausible le phénomène de l'écartement des branches, démontrer : 1° que l'eau pénètre abondamment et facilement dans la moelle de l'*Anastatica*, et particulièrement au-dessous des bifurcations ; et 2° que la disposition anatomique doit amener cet écartement sous l'influence de la pression intérieure.

1° La pénétration de l'eau dans la moelle peut être facilement mise en évidence par l'emploi des solutions aqueuses, colorées par des substances pénétrant aisément les cellules, telles que l'éosine, la sulfofuchsine ou le vert sulfoconjugué. Ces matières colorantes servent souvent, ainsi que quelques autres, à teinter artificiellement les fleurs par ascension dans les tiges. Si on plonge pendant quelque temps dans une de ces solutions la base d'une branche d'*Anastatica*, on peut, en la fendant ou en la sectionnant en série, constater que la matière colorante est montée, assez lentement d'ailleurs, dans la moelle. Mais il est plus intéressant d'immerger complètement une branche rameuse, dont on a bouché avec de la cire toutes les sections. Dans ces branches le liquide ne peut pénétrer jusqu'au centre qu'à travers les tissus extérieurs. On peut alors constater : — que presque toujours la moelle reste incolore dans les entre-nœuds ; — que, au contraire, elle est presque toujours colorée sous les bifurcations ; — que le cercle ligneux n'est pas coloré, sauf quelquefois un peu en dehors ; — que le tissu parenchymateux externe est au contraire bien coloré. Sur quelques points on voit la coloration se produire dans la moelle au contact du cercle lignifié, et s'étendre peu à peu, comme si le contenu filtrait à travers un point ou une fissure du tissu scléreux.

De ces expériences souvent répétées, on peut conclure :

Que la pénétration est plus rapide à travers les tissus (même sclérifiés) de la branche, que par ascension directe dans la moelle ;

Qu'elle a lieu très probablement par des fissures plus ou moins longues et parallèles à l'axe, produites au niveau des bifurcations,

surtout dans la région aplatie correspondant à la ligne déprimée qui part de l'angle de divergence et se prolonge sur la partie non encore bifurqué de la tige (voy. fig. 1 et 3). Cependant ces fissures n'apparaissent pas nettement au microscope.

Que ces fissures ne semblent exister qu'exceptionnellement au niveau des entre-nœuds.

Que la pénétration est assez rapide et abondante ;

2° Voyons si l'étude anatomique de la bifurcation permet de démontrer le second fait.

En ce point, au-dessous de la bifurcation, les cylindres fibreux des deux branches divergentes se rejoignent; là les fibres sont disposés en assises parallèles à la surface (au moins les extérieures, car les internes convergent un peu). En outre, suivant un plan perpendiculaire au plan de divergence et par conséquent à la rencontre des fibres venant des deux branches, les coupes laissent voir d'ordinaire une sorte de ligne brisée, ou bien des fibres coupées transversalement. Sur ce plan, en effet, les fibres qui se rencontrent s'entre-croisent peu, mais viennent simplement au contact, ou bien sont détournées de leur direction et plus ou moins tourmentées, ainsi que le montrent les coupes transversales. Bien que les détails de la coupe varient un peu, on conçoit qu'il y a là une ligne de plus faible résistance, correspondant d'ailleurs à la dépression constatée à l'œil nu sur la branche.

Fig. 13. — Rose de Jéricho. Schéma d'une bifurcation.

L'on comprend très bien que si une pression est exercée de l'intérieur contre cette bifurcation, de bas en haut, elle aura pour effet d'ouvrir l'angle, et par conséquent d'augmenter la divergence. Or les régions médullaires des branches, des rameaux et des axes fructifiées communiquent largement entre elles et deviennent très larges au-dessous des ramifications. Lorsque l'eau imbibe fortement les cellules de la moelle (on a vu que celles-ci sont abondamment

ponctuées), la tension aura pour effet : — d'augmenter le diamètre dans les entre-nœuds ; — de rendre plus ou moins cylindriques les rameaux aplatis ; — enfin de faire diverger les axes bifurqués (fig. 3).

C'est, en effet, ce qui se produit ; le mouvement de l'*Anastatica* n'est ni un déroulement comme dans la Sélaginelle, ni une flexion suivant une charnière comme dans l'*Asteriscus ;* c'est un redressement des branches par divergence plus grande des ramifications, et surtout de celles qui divergent dans un plan radial.

Cette explication est seulement probable. L'anatomie de la plante ne semble pas en autoriser d'autre. Mais il est en tout cas certain que le mouvement est localisé aux bifurcations et que l'eau afflue spécialement dans cette région quand la plante est plongée dans l'humidité.

Fausse Rose de Jéricho

Pour l'*Asterisus pygmæus* Coss. et DR. le mouvement est une flexion qui rabat les larges bractées extérieures au-dessus du capitule, le bourrelet basilaire jouant le rôle de charnière ; tout au plus la bractée bien étalée est-elle légèrement concave en dessous.

Une coupe longitudinale dans cette bractée nous montre :

1° A la face supérieure un *épiderme* tout spécial, à cellules scléri-

Fig. 14. — *Asteriscus pygmæus*. Epiderme supérieur de la bractée.

fiées sur leurs quatre faces, tout à fait semblables à des sclérites, terminées par une surface plane et allongées suivant l'axe de la bractée. Une seule assise, colorée en bleu par le carmino-vert (carmin et vert d'iode) ;

2° Quelques assises à parois minces cellulosiques ;

3° Une épaisse *zone de fibres* assez courtes atténuées aux extrémités, vertes par le carmino-vert ;

4° Une *zone de fibres* en tout semblables aux précédentes, mais jaunes par le carmino-vert ; sur les coupes transversales ces fibres sont groupées en paquets. Quelques faisceaux libéro-ligneux courent entre les couches 3 et 4 ;

5° Enfin, un *tissu cellulosique* assez épais, devenant violet ou rougeâtre par le réactif carminé, et un *épiderme* inférieur non spécial.

Les assises fibreuses résistantes (3° et 4°) se prolongent très bas, formant une lame scléreuse dorsale, et suivant la courbure qui marque la base de la bractée. Au contraire l'assise scléreuse épidermique supérieure (1°) s'arrête brusquement au début de la courbure. Là se montre un épais tissu de cellules isodiamétriques, à parois épaisses et sinueuses, formant contraste avec les tissus précédents, et sans aucune lignification. C'est ce tissu perméable : — qui, rempli d'eau pendant la vie de la plante et fortement gonflé, maintient la bractée dressée ; — qui redresse en se gonflant les bractées abaissées ;— qui enfin, en se rétractant par dessiccation, rabat la bractée sur le réceptacle en servant de charnière. Le mécanisme de ce mouvement de bascule s'explique donc parfaitement par l'existence de ce bourrelet permé able.

Fig. 15. — *Asteriscus pygmæus*. Anatomie de la bractée.

Ep Epiderme supérieur. *Zf* Zone fibreuse. *Tp* Tissu perméable. *Pa* Paillettes du réceptacle.

Au-dessous de la bractée, dans le tissu réceptaculaire, on voit parfois, dans un autre plan, des fibres traverser obliquement le tissu du réceptacle ; ce sont des fibres péricycliques accompagnant les faisceaux libéro-ligneux. Elles ne jouent aucun rôle dans le mouvement.

L'emploi des solutions colorées confirme tout à fait les données précédentes. Le tissu du bourrelet transversal se remplit en effet très rapidement de l'eau colorée, tandis que la lame scléreuse ne change pas d'aspect.

La lame de la bractée elle-même, maintenue rigide entre son plan fibreux et son épiderme supéri ur résistant, ne modifie que très peu sa forme : elle se courbe seulement un peu en arrière.

Sélaginelles

Selaginella lepidophylla

Une coupe transversale à travers la fronde du *Selaginella lepidophylla* nous montre l'axe constitué de la façon suivante : au centre un petit faisceau libéro-ligneux concentrique, entouré par une cavité circulaire dans laquelle il est suspendu par quelques minces tractus cellulaires. Tout autour un tissu à parois fort épaisses ; mais tandis que sur la moitié supérieure de la coupe et latéralement, ce sont d'assez grandes cellules à parois blanches, épaisses il est vrai,

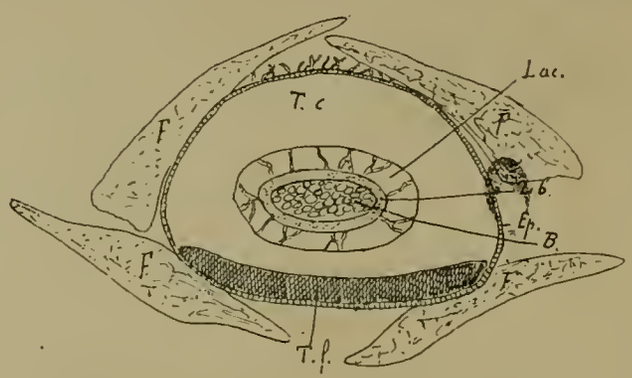

Fig. 16.— *Selaginella lepidophylla* (Schéma).
F Feuilles. *Tf* Tissu fibreux. *Tc* Tissu cellulosique.
Lac Lacune périvasculaire. *B* Bois. *Lib* Liber.

mais cellulosiques, plus ou moins isodiamétriques, et à cavité assez large, la face inférieure, au contraire, suivant un arc de cercle qui correspond à la partie colorée de la fronde, est formée de cellules allongées (presque des fibres), à lumen linéaire, à section polyédrique, à paroi lignifiée résistante. A la surface supérieure se trouvent de nombreux poils, qui certainement aident à l'ascension par capillarité.

L'axe étant entièrement recouvert par de petites feuilles écailleuses, la coupe en sectionne toujours quelques-unes. Vues de face ces feuilles se montrent, à un faible grossissement, formées par un plan de fibres ou de cellules fibroïdes, allongées dans le sens de l'axe et constituant la lame externe. Quelques-unes de ces fibres se prolongent de façon à hérisser le bord de la feuille de pointes fines,

unicellulaires, aiguës, irrégulières et fortement scléreuses. Cette lame fibreuse externe est plus large que la région verte chlorophyllienne. Ce sont les feuilles seules qui renferment la chlorophylle. En outre, celles de la face inférieure de la fronde contiennent une matière colorante rouge, tout au moins vers leur bord supéro-interne. Enfin, vues en coupe, ces feuilles sont remarquablement lacuneuses au centre, ce qui explique leur facile et rapide gonflement par l'eau.

Il semblerait, d'après cette disposition anatomique, que le mécanisme du déroulement de la plante soit dû au gonflement par l'eau de la cavité qui entoure le faisceau central ; cette eau pénètrerait de dedans en dehors dans les cellules les plus perméables (face supérieure) en les gonflant davantage. Le résultat serait analogue à ce que donnerait un tuyau de caoutchouc à paroi de résistance inégale, et à l'intérieur duquel on exercerait une pression. Il est évident que dans ce cas, le côté résistant devient concave. Mais, ainsi qu'on a pu le voir, ce n'est pas par l'intérieur de la fronde que l'eau pénètre rapidement dans le tissu. Même si l'on ne mouille pas la plante directement, si, par exemple, on se contente d'en plonger la base dans l'eau, on voit de proche en proche les branches sèches et les écailles scarieuses s'humecter et se gonfler l'une après l'autre ; on a vu aussi que si l'ascension est arrêtée par une bague de paraffine, de bitume, etc., autour de la tige, la partie au-dessus de l'obstacle reste sèche très longtemps. Nous devons donc admettre que l'imbibition par l'intérieur, très réelle mais très lente, est tout à fait accessoire, et que c'est par capillarité externe que l'eau envahit de proche en proche toutes les branches.

Ce résultat est confirmé pleinement par l'usage des solutions colorées dont j'ai déjà parlé. Elles permettent d'abord de constater d'une façon frappante l'ascension par l'extérieur : la bague de paraffine ou de bitume arrête net la coloration pendant un temps très long ; puis celle-ci apparaît lentement au-dessus de la bague, et progressivement, venant alors par l'intérieur de la fronde. Au microscope, on peut constater également que la matière colorante pénètre dans tous les tissus cellulosiques (feuilles ou frondes), et aussi, mais plus tard, dans le canal périfasciculaire.

Selaginella hygrometrica

Sur une coupe, la structure de la fronde est assez analogue à celle du *S. lepidophylla*. Une bande de tissu fibroïde coloré et lignifié suit la ligne dorsale des rameaux ; le tissu de la face ventrale et des côtés est aussi légèrement lignifié, mais beaucoup moins. Autour du faisceau central libéro-ligneux concentrique, est, non pas une véritable lacune, mais un tissu très lâche qui en joue le rôle. Les feuilles diffèrent de celles de l'espèce précédente seulement par leur forme très pointue. Elles ont la même lame fibreuse externe, prolongée ici en une longue pointe uniquement fibreuse ; cette lame montre sur le bord des pointes scléreuses assez épaisses, souvent pluricellulaires, parfois recourbées en crochet, et surtout nombreuses vers la base de la feuille. Ici aussi le mésophylle est extrêmement lacuneux et doit jouer un rôle important dans l'absorption de l'eau.

Selaginella involvens

Le type anatomique général reste le même ; les différences ne portent guère que sur les détails. La tige est cylindrique et le tissu fibroïde dorsal très peu développé. Tissu très lacuneux autour du faisceau. Les feuilles présentent la lame fibreuse extérieure et un mésophylle assez lacuneux.

En somme, l'anatomie de ces deux dernières espèces, tout en étant très analogue à celle de la première, explique que leurs mouvements soient moins accentués.

On voit que pour chacune des trois plantes étudiées, et sans doute aussi pour d'autres qu'il serait facile d'y joindre, le mécanisme des

mouvements, qui d'ailleurs n'est pas toujours très évident, est assez variable dans les détails. Mais toujours ce mouvement est produit par le gonflement par l'eau de certains groupes cellulaires (moelle, parenchyme, etc.).

Cependant, quel que soit le procédé, une condition est toujours nécessaire : c'est l'aptitude spéciale de ces cellules à se gorger d'eau, ou à restituer ce liquide. Quel que soit le mode d'humectation, qu'il s'agisse, pour un végétal donné, de l'immersion complète dans l'eau ou simplement du séjour dans un air humide, le point important reste toujours cette facilité extrême et toute spéciale, avec laquelle les cellules de certaines régions de la plante (bourrelet de l'*Asterisc*us, face supérieure des frondes de la Sélaginelle, moelle de l'*Anastatica*) absorbent ou restituent l'eau qui leur est offerte. La raison intime de cette aptitude reste à trouver. C'est une propriété particulière qui n'est pas révélée à l'œil par un aspect spécial des cellules. Ce n'est pas tout à fait la « *virtus dormitiva* » de l'Opium, mais c'est un fait d'observation qu'il faut pour le moment se contenter de constater.

Sur l'emploi de la Balance

DANS L'ÉTUDE DES ZOOPTÈRES

La résultante de toutes les forces qui agissent sur un corps immobile ou non, plongé dans un fluide en repos ou en mouvement, peut se décomposer en trois forces perpendiculaires entre elles, dirigées suivant trois axes de coordonnées *ox oy oz*.

Dans de précédentes communications, j'ai étudié les résistances sur des pales tournantes en air calme, *au point fixe* (c'est-à-dire qu'on empêche l'hélice d'avancer). J'ai mesuré : 1° l'effort nécessaire pour l'empêcher d'avancer ; c'est la force propulsive dirigée suivant *ox*, *ox* étant parallèle à l'axe de rotation ; 2° la force motrice, suivant *oy* ; en multipliant cette force par le nombre de tours, et la circonférence du point d'application, on a le travail de rotation. Quant à la troisième composante, elle est perpendiculaire à l'axe, sur lequel elle réagit, lorsqu'elle ne s'équilibre pas avec sa symétrique, dans un système d'hélice à deux pales. Personne, que je sache, ne s'est préoccupé de cette composante ; je la mesurerai dans mes prochaines expériences. Celles-ci ont pour but l'évaluation des résistances sur un corps immobile dans un courant d'air.

Le sujet n'est pas nouveau, mais il est loin d'être épuisé. Depuis Newton et Galilée, on a surtout étudié la résistance sur des plans minces, perpendiculaires ou inclinés sur le courant. Pour les surfaces courbes, on ne connaît guère que les tables de Lilienthal. Elles ont paru à la même époque où je publiais mes premières recherches sur les pales tournantes, sur les pales animales (1889). Lilienthal n'empruntait guère qu'un facteur à l'aile animale, la concavité ; il découpait une surface en forme de calotte allongée plus ou moins concave, plaçait cette surface sur des appareils spéciaux, dans un courant d'air. Il mesurait la composante horizontale ou la *résistance à l'avancement* suivant *ox* (*ox* étant la direction du courant d'air), et la composante verticale ou *force de sustentation*, suivant *oz*. Quant à la troisième composante, il n'en était pas question, ses calottes étant symétriques par rapport au plan des *xz*.

Lilienthal a voulu démontrer par ces mesures la supériorité des pales concaves sur les planes, employées comme surfaces d'aéroplanes. Je démontrais en même temps cette même supériorité pour les pales tournantes, et c'est maintenant un fait acquis, passé dans la pratique, qu'il s'agisse d'aéroplane ou d'hélice. Je reprocherai seulement au travail de Lilienthal d'être incomplet et exécuté avec des appareils peu recommandables.

Ce travail est incomplet, puisqu'il n'emprunte guère à l'animal qu'un seul facteur, la concavité, et encore sans une idée bien exacte de cette concavité. Quant aux appareils, il en avait construit de deux sortes : 1° La surface à étudier était placée à l'extrémité d'un bras de manège tournant, très court. Laissons de côté pour le moment ce manège, et les critiques qu'il suggère ; 2° Deux balances à fléau simple ; chaque fléau était formé de deux bras rigoureusement égaux. Les deux balances étaient identiques, avec cette différence que dans une le fléau était vertical et dans l'autre horizontal ; l'une servait à mesurer la poussée de l'air, l'autre la sustentation. Un contrepoids mobile sur l'un des bras servait à équilibrer la calotte, tandis qu'un peson mesurait la composante aérienne. Je dis que cette mesure est fausse, si j'ai toutefois bien compris la description de Lilienthal. Il donne à chaque composante la valeur indiquée par le peson, sous prétexte que le peson et la surface sont placés à l'extrémité de deux bras de levier rigoureusement égaux. Ce raisonnement n'est exact qu'à la condition de fixer la calotte au centre de poussée ; mais c'est un inconnu dans la question, et nous ne voyons dans le travail de Lilienthal aucun moyen de le mesurer.

Il faut, en outre, remarquer que Lilienthal opère en plein air, ce qui rend les opérations difficiles, et expose à de nombreuses erreurs.

Tout récemment, les officiers du génie italien ont opéré dans de meilleures conditions. Ils placent l'objet dans le courant d'air fourni par un puissant ventilateur ; cet objet est placé sur une balance spéciale qui doit donner à la fois la poussée, la sustentation et le centre de poussée (1). Elle se compose de trois fléaux, roulant successivement l'un sur l'autre autour d'un axe horizontal. Dans la position d'équilibre dans le courant d'air, le premier fléau, celui qui porte tous les autres, est vertical ; le second est horizontal,

(1) J'ignore si on obtient réellement le centre de poussée à l'aérodrome de Rome. Ce n'est pas en tout cas uniquement avec la balance, telle qu'elle a été décrite dans les Revues.

et le troisième, qui porte la palette, est maintenu à un certain angle d'inclinaison sur l'horizon, quand on veut étudier l'influence de cet angle sur la résistance.

Théoriquement, cette balance est irréprochable pour la mesure des composantes, mais je craindrais que dans la pratique elle n'occasionne des tâtonnements fastidieux, surtout pour le réglage de la déclinaison ; elle change au premier coup de vent, et c'est, à mon avis, le grand défaut du fléau simple. Si au réglage des trois fléaux on ajoute la surveillance du courant aérien, il faut que celui-ci ait une vitesse constante, on voit qu'il y a là de quoi s'em brouiller et commettre des erreurs.

Je préfère d'abord mesurer séparément les trois composantes et la position du centre de poussée. Je remplace le fléau simple par un parallélogramme articulé pour la mesure des trois composantes : je me sers d'une balance à axes de rotation horizontaux et d'une balance à axes verticaux. Une paire de balances à fléau simple me sert à déterminer le centre de poussée, une fois que je connais les composantes. J'opère enfin avec une constance de vitesse impeccable.Voici du reste quelques détails sommaires sur cette installation.

Vitesse du courant

Pour avoir une vitesse constante, je me sers soit d'un moteur à contre-poids, soit d'un tour à pédale, régularisé par un métronome. J'ai déjà décrit ce système à propos d'hélices. Il me sert à faire tourner une hélice zooptère, de préférence à toute autre, parce qu'elle me donne une rivière compacte, à filets sensiblement parallèles et de même vitesse ou *isotaques*, du moins à une certaine distance de l'équateur. J'ai déjà signalé ce fait dans un premier mémoire.

I. — Balance a axes et fléaux horizontaux

C'est la balance de Roberval, d'un usage universel. Je l'ai adoptée, parce que : 1° on peut placer le corps à peser en un point quelconque du plateau, sans modifier l'équilibre ; 2° s'il y a balancement, il se déplace parallèlement à lui-même. Grâce à ces deux propriétés, je puis placer le corps à étudier en un point quelconque du plateau, sans me préoccuper de sa distance à l'arbre central de suspension et dans les tâtonnements de la pesée, quelles que

soient les oscillations du plateau, je suis sûr que ma déclinaison ne change pas.

Je veux par exemple mesurer la force de sustentation sur une aile de mouette, le grand axe de l'aile tenu horizontalement perpendiculairement au courant (ma rivière coule horizontalement). La balance me donne en grammes, à 25 centigr. près, la valeur de la sustentation. En faisant tourner l'aile de mouette de 90°, tout en maintenant la même déclinaison, j'ai la composante transversale.

Pour obtenir la composante parallèle au vent, il faut recourir à la balance suivante.

II. — Balance a axes verticaux et fléaux horizontaux

Elle est comme la précédente basée sur le principe du parallélogramme articulé, et jouit des mêmes propriétés : elle a seulement les axes de rotation verticaux, ce qui permet aux fléaux d'obéir à la poussée du vent. Je pèse cette poussée au moyen d'une Roberval modifiée ainsi qu'il suit; je la munis d'un bras supplémentaire (*ol* fig. 1) vertical, en ayant bien soin que le centre de gravité passe toujours par l'arête des couteaux. La fig. 1 représente schématiquement les deux balances I et II, avec une pale sur la balance I ; la flèche indique la direction du vent.

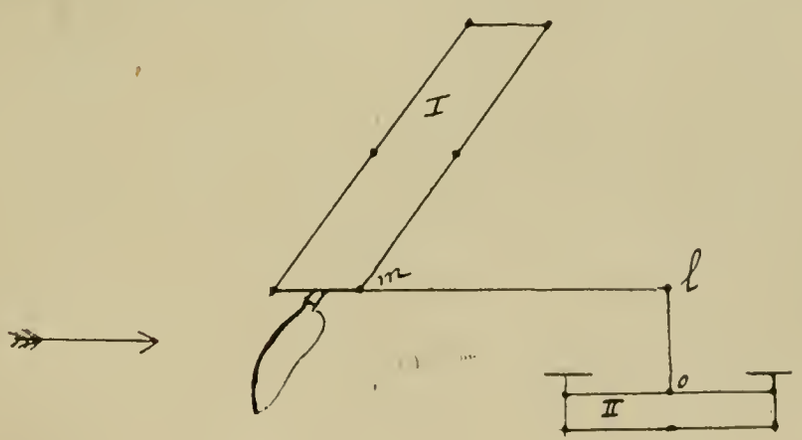

Fig. 1

A l'extrémité de ce bras, je perce un petit trou, à une distance de l'arête de suspension, rigoureusement identique à chacun des bras de levier de la balance. Je réunis par un fil souple horizontal (lm fig. 1) les deux balances. Dans la position d'équilibre le 3e bras de la Roberval doit rester vertical. Cette méthode est plus exacte que celle des ressorts à boudin, ou des poids avec poulie intermédiaire.

III. — Fléaux simples

J'obtiens la position du centre de poussée au moyen de deux balances à fléau simple, à axe horizontal, l'une à fléau horizontal, l'autre à fléau vertical ; trois opérations sont indispensables :

1° Prenons par exemple une aile d'oiseau dont je connais déjà au moyen des deux balances décrites plus haut la force de sustentation (q) et la poussée frontale (r) pour une certaine déclinaison (α). Prenons le fléau à axe de rotation horizontal. Je le place perpendiculaire au courant, le grand axe de l'aile dans le prolongement du bras du fléau, avec la déclinaison (α) sur l'horizon. Soit p_1 le poids qui suspendu à une distance d (supposons la constante dans les trois opérations) de l'axe de rotation assure l'équilibre. L'équation d'équilibre est

$$(1)\quad p_1 d = x q$$

comme q est connu, nous avons x. Nous savons déjà que le centre de poussée est dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe proximo-distal de l'aile, à la distance x de l'axe de rotation. Je dessine mon aile en projection horizontale, et frontale. Sur cette épure, je trace mon premier plan (M fig. 2).

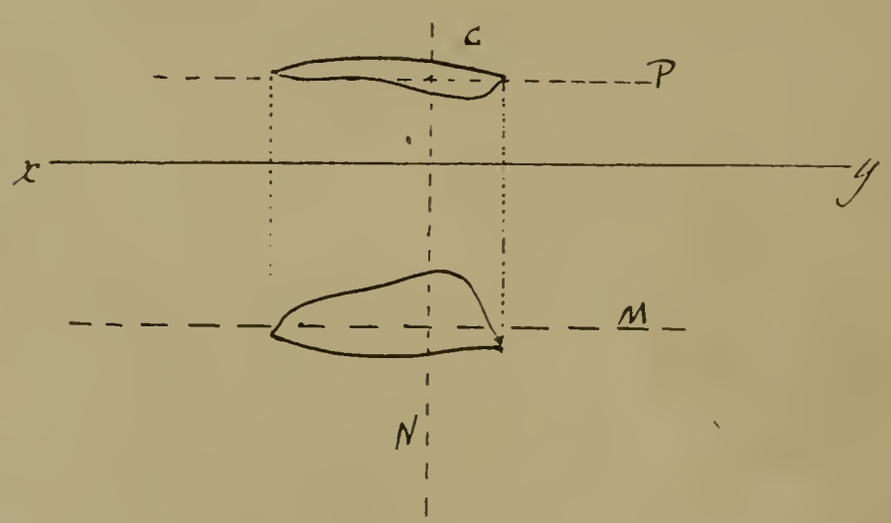

Fig. 2

2° Je place le fléau parallèle au courant, et l'axe proximo-distal

perpendiculaire au fléau, toujours à la déclinaison (α). Une seconde pesée me donne

$$(2)\quad p_2\, d = y\, q$$

J'en tire la valeur de y, c'est-à-dire la position d'un second plan vertical (N) perpendiculaire au premier ; j'en dessine la trace sur mon épure. L'intersection des deux plans m'indique la position de la ligne verticale sur laquelle se trouve mon inconnu.

3° Je me sers du fléau vertical et je place le fléau perpendiculaire au courant, le grand axe de l'aile perpendiculaire à la fois au fléau et au courant. Une troisième équation d'équilibre me donne

$$(3)\quad p_3\, d = z\, r$$

Cette fois-ci nous avons la position exacte du centre de poussée (c) par l'intersection du troisième plan P avec les deux autres. Comme nous connaissons déjà les valeurs des trois composantes, nous avons ainsi obtenu tous les éléments de la résistance aérienne, grandeur, direction, et point d'application. Ce travail n'a jamais été fait pour les surfaces courbes, et même pour les surfaces planes ; car, pour celles-ci, on cherchait seulement un des trois plans dont je viens de parler, et il était suffisant dans les circonstances où on opérait.

J'ai commencé avec toutes ces balances l'étude des surfaces planes, diédriques, concaves-convexes, ondulées, animales artificielles, ailes d'oiseau, sphères, cones, ovoïdes, biplans, etc. L'intérêt de ces recherches est évident soit pour la physiologie du vol, soit pour la construction d'une machine à voler.

Docteur Amans.

Section des Lettres

Séance du 15 mars 1909

Présidence de M. Valéry, vice-président.

Présents : MM. Valéry, Charmont, Emile Bonnet, Vianey, Berthelé, Fabrège, Grasset-Morel, Etienne Gervais et Gaston Mercier.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

La parole est donnée à M. Emile Bonnet, rapporteur de la Commission du prix Ricard. Trois mémoires ont été déposés. M. Bonnet, au nom de la Commission, propose pour ce prix M. Alliès, auteur d'un ouvrage intéressant et très documenté sur Pézenas. Ce rapport sera lu à la prochaine Assemblée générale des trois sections : on demandera à cette Assemblée de ratifier pour ce prix la proposition de la Section des lettres.

L'ordre du jour appelle ensuite la question du changement de l'heure de réunion de l'Académie. Les absents sont nombreux aux séances du soir ; il serait peut-être préférable, tout au moins pendant le semestre d'hiver, c'est-à-dire de novembre à Pâques, de fixer l'heure des réunions dans l'après-midi : l'heure de 5 h. 1/2 paraît la plus favorable. Mais, comme les membres présents en séance ne constituent pas la majorité de la Section, il est décidé, après un échange d'observations, qu'une circulaire sera envoyée par M. le Secrétaire à tous les membres de la Section des lettres, qui seront invités à formuler leur avis par écrit sur cette question du changement de l'heure des séances.

M. Fabrège veut bien indiquer qu'il fera une communication à la prochaine réunion.

La séance est levée à 9 h. 15.

Réunion générale de l'Académie

Séance du lundi 22 mars 1909

La séance est ouverte à 8 h. 1/2 sous la présidence de M. Max Bonnet, président. Etaient présents les membres dont le nom figure sur le registre.

Après lecture et approbation des procès-verbaux des Sections et du procès-verbal de la dernière Réunion générale, le Secrétaire donne communication de la correspondance.

L'Académie entend la lecture du rapport de M. Emile Bonnet sur les résultats du concours pour le prix Ricard. Adoptant à l'unanimité les conclusions de ce rapport et la proposition de la Section des Lettres, l'Académie attribue le prix à M. Alliès, adjoint au maire de Pézenas.

Diverses observations sont échangées entre MM. Roos, Emile Bonnet et Charmont sur la publicité qu'il convient de donner aux concours de l'Académie.

L'Académie renvoie à la prochaine séance l'examen de la question de savoir quel emploi sera fait du montant du prix Lichtenstein, qui n'a pas été distribué.

La parole est donnée à M. Vianey pour une communication sur les chœurs d'Esther.

M. Vianey s'est posé en relisant ces chœurs deux questions et il va soumettre à l'Académie les réponses qu'il a trouvées.

1° Puisque les chœurs d'*Esther* sont pleins d'idées, d'images, d'expressions empruntées aux Psaumes de David, Racine n'aurait-il pas utilisé les traductions en vers français qui furent faites des Psaumes au XVI^e^ et au XVII^e^ siècles? — Racine ne doit rien ni aux fameux Psaumes de Marot, ni à ceux de Desportes, ni à ceux de Racan, ni à ceux de Corneille. Mais il est un Psautier français

que l'auteur d'*Esther* tint en haute estime; c'est celui de Godeau, évêque de Grasse et de Vence.

Godeau est surtout connu dans l'histoire littéraire pour avoir reçu à l'Hôtel de Rambouillet le surnom de « nain de Julie » et pour avoir été nommé évêque par un jeu de mots. Il avait lu à Richelieu sa paraphrase du *Cantique des Trois Enfants* dont le premier mot est *Benedicite*. « Vous m'avez donné *Benedicite*, lui dit Richelieu ; et moi je vous donne *Grasse*. » Devenu évêque de Grasse, Godeau alla résider dans son diocèse ; il y fut aimé et estimé, et il y fit des poésies religieuses. Son œuvre la plus importante est une traduction en vers de tout le Psautier.

M. Vianey a constaté que Racine a fait très souvent aux Psaumes de Godeau l'honneur de les prendre pour sources. Ils ont dû rester sur la table du poète pendant toute la composition des chœurs d'*Esther*, et jamais sans doute il ne choisissait, pour s'en inspirer, un texte dans le Psalmiste sans aller voir comment Godeau l'avait interprété. En effet, dans plus de cinquante des vers les plus connus d'*Esther* se retrouvent des images, des expressions, des tours empruntés à l'évêque de Grasse. M. Vianey ne donne pas à l'Académie la liste de tous ces emprunts, ; mais il montre par quelques exemples que Godeau a bien été souvent le modèle de Racine : des détails très significatifs, qui ne sont pas chez le poète hébreux, sont à la fois chez les deux poètes français. Il y aura donc lieu d'enrichir désormais les éditions d'*Esther* d'une cinquantaine de notes nouvelles où des vers de Racine seront rapprochés de vers de Godeau.

Le Psautier de Godeau a probablement fourni à l'auteur d'*Esther* autre chose que des détails heureux. Sans avoir plus de talent que Marot et Desportes, Godeau avait plus de goût : aussi a-t-il beaucoup mieux réussi qu'eux à respecter les exigences de notre langue et les besoins de notre esprit, tout en serrant son texte de plus près ; il était donc un bon modèle pour Racine, qui voulut lui aussi essayer de conserver à la poésie du Psalmiste sa saveur, mais en l'accommodant au goût français. Puis Godeau avait des mètres assez variés. De plus, il avait composé des Psaumes pour offrir aux fidèles des armes contre les détracteurs de la Providence ; les Psaumes où la Providence est exaltée sont soulignés par lui à l'attention du lecteur et particulièrement soignés; or Racine a voulu faire de

ses chœurs des sortes de plaidoyers en faveur de la Providence ; on comprend dès lors que la version de Godeau l'ait si fort intéressé : il y trouvait toute prête une provision d'arguments.

En somme, les chœurs d'*Esther* se rattachent à toute une littérature biblique éclose en France au XVI^e^ et au XVII^e^ siècles. Racine n'a fait que réaliser à la perfection les tentatives poursuivies avant lui par divers poètes estimables. Le plus estimable de ceux-ci, Godeau, lui a même été très utile.

2° Dans sa préface, l'auteur d'*Esther*, pour se justifier d'avoir « lié le chœur et le chant avec l'action », invoque seulement l'exemple des anciennes tragédies grecques, et l'on voit tout de suite combien des chœurs ressemblent, en effet, à ceux des tragiques grecs. Mais il faut bien savoir reconnaître cependant entre les siens et les leurs une différence essentielle. Les siens ne sont jamais ce que les leurs sont habituellement : des odes ou des cantates. Ce sont toujours — et au sens le plus moderne du mot, — des scènes lyriques. Ce sont de vrais dialogues. Ce sont même des dialogues très animés. Ce sont des scènes qui, pour être lyriques, n'en sont pas moins soumises aux mêmes lois que les autres scènes du drame.

Racine a-t-il donc inventé de toutes pièces cette conception si dramatique des chœurs? Non : il la trouvait plus qu'indiquée dans les intermèdes des comédies-ballets de Molière, dans les intermèdes des *Amants magnifiques*, du *Bourgeois Gentilhomme*, de *Monsieur de Pourceaugnac*, du *Malade imaginaire*. Comment Racine ne se serait-il pas rappelé que le Roi avait jadis maintes fois demandé à Molière pour amuser ses maîtresses ce que Mme de Maintenon venait de lui demander à lui-même pour amuser le Roi vieilli : une pièce mêlée de chants ?

Les intermèdes imaginés par Molière pour divertir la Cour sont très variés, et beaucoup ne rappellent que d'assez loin les chœurs d'*Esther*. Mais quelques-uns leur ressemblent beaucoup. Tel est le deuxième intermède du *Malade imaginaire* où l'on entend chanter successivement une première femme maure, puis une deuxième, puis une troisième, puis une quatrième, puis de nouveau la deuxième et de nouveau la quatrième, enfin le chœur tout entier. Entre un intermède comme celui-ci et un chœur d'*Esther* il y a sans doute deux grandes différences : les personnages qui se détachent du chœur pour faire entendre leur voix individuelle ne sont que quatre,

tandis que chez Racine ils sont nombreux ; de plus, la scène a une composition symétrique : ce n'est donc pas là encore ce dialogue souple et varié, où un grand nombre de choristes prennent et reprennent la parole parce qu'ainsi l'exige le mouvement d'une discussion animée, ce dialogue vivant que le drame lyrique a connu pour la première fois avec les chœurs d'*Esther*. Mais si ces chœurs ont réalisé un progrès considérable sur les intermèdes moliéresques, on n'oubliera pas que les indications données par Molière ont dû être extrêmement précieuses à Racine. Car, la grande affaire, après tout, c'était d'avoir l'audace de rompre avec les habitudes de la tragédie grecque, c'était d'avoir l'idée de renoncer à ces chœurs qui n'étaient que des odes. Or on peut se demander si la tragédie chez nous aurait osé d'elle-même faire cet acte hardi. Peut-être fallait-il qu'elle y fût encouragée par l'exemple de la comédie, qui sur notre scène avait toujours été beaucoup plus indépendante des anciens.

Dans les opéras de Quinault, Racine trouve aussi quelques indications, mais qui étaient loin de valoir celles que lui donnaient les intermèdes de Molière.

Les chœurs d'*Esther* n'existeraient donc pas, ou seraient tout autres, si avant que Racine eût reçu la mission de donner un pieux divertissement aux demoiselles de Saint-Cyr, Molière n'avait pas reçu celle d'en donner de plus profanes à une Cour alors très peu dévote.

M. le Président remercie M. Vianey de sa très curieuse et intéressante communication.

La séance est levée à 9 h. 45.

Le Gérant : J. Lafaille.

Montpellier. — Imp. Coopérative Ouvrière, 14, Avenue de Toulouse

Adresser les manuscrits et épreuves au

Secrétaire Général, M. CHARMONT

(Villa Chambéry) Chemin de Nazareth, MONTPELLIER